

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Attorney Docket No. 249/415

In re patent application of

Hyung-taek LIM, et al.

Group Art Unit: (Unassigned)

Serial No. (Unassigned)

Examiner: (Unassigned)

Filed: Concurrently

For: MONOLITHIC INK-JET PRINthead HAVING A TAPERED NOZZLE AND  
METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

**CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA. 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the  
following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C.  
§ 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign  
application:

Korean Application No. 2002-64344, filed October 21, 2002.

Respectfully submitted,

October 21, 2003  
Date



Eugene M. Lee  
Reg. No. 32,039  
Richard A. Sterba  
Reg. No. 43,162

LEE & STERBA, P.C.  
1101 Wilson Boulevard Suite 2000  
Arlington, VA 20009  
Telephone: (703) 525-0978



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0064344  
Application Number

출원년월일 : 2002년 10월 21일  
Date of Application OCT 21, 2002

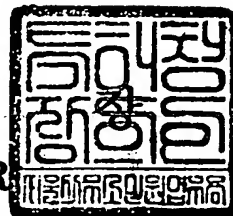
출원인 : 삼성전자주식회사  
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003      년    05    월    06    일

특      허      청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【창조번호】	0002
【제출일자】	2002.10.21
【국제특허분류】	B41J
【발명의 명칭】	테이퍼 형상의 노즐을 가진 일체형 잉크젯 프린thead 및 그 제조방법
【발명의 영문명칭】	Monolithic ink jet printhead having taper shaped nozzle and method of manufacturing thereof
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	1999-009556-9
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2000-002816-9
【발명자】	
【성명의 국문표기】	임형택
【성명의 영문표기】	LIM, Hyung Taek
【주민등록번호】	720130-1063528
【우편번호】	137-937
【주소】	서울특별시 서초구 방배4동 방배현대아파트 106동702호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	신종우
【성명의 영문표기】	SHIN, Jong Woo
【주민등록번호】	691123-1030319
【우편번호】	442-745

【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 황골마을풍림아파트 232동 505호		
【국적】	KR		
【발명자】			
【성명의 국문표기】	송훈		
【성명의 영문표기】	SONG, Hoon		
【주민등록번호】	720719-1320921		
【우편번호】	151-010		
【주소】	서울특별시 관악구 신림12동 608-33		
【국적】	KR		
【발명자】			
【성명의 국문표기】	오용수		
【성명의 영문표기】	OH, Yong Soo		
【주민등록번호】	590204-1042510		
【우편번호】	463-030		
【주소】	경기도 성남시 분당구 분당동 셋별마을 동성아파트 206동 307호		
【국적】	KR		
【발명자】			
【성명의 국문표기】	이창승		
【성명의 영문표기】	LEE, Chang Seung		
【주민등록번호】	700809-1520211		
【우편번호】	137-064		
【주소】	서울특별시 서초구 방배4동 825-4		
【국적】	KR		
【심사청구】	청구		
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 이영필 (인) 대리인 이해영 (인)		
【수수료】			
【기본출원료】	20	면	29,000 원
【가산출원료】	30	면	30,000 원

1020020064344

출력 일자: 2003/5/9

【우선권 주장료】	0	건	0	원
【심사청구료】	29	항	1,037,000	원
【합계】	1,096,000		원	
【첨부서류】	1.	요약서·명세서(도면)_1통		

## 【요약서】

## 【요약】

일체형 잉크젯 프린트헤드 및 그 제조방법이 개시된다. 개시된 일체형 잉크젯 프린트헤드는, 잉크 챔버와 매니폴드와 잉크 채널이 형성된 기판과, 기판 상에 적층된 다수의 보호층과 상기 다수의 보호층 위에 적층되는 열발산층을 포함하는 노즐 플레이트와, 노즐 플레이트의 보호층들 사이에 마련되는 히터와 도체를 구비한다. 상기 다수의 보호층에는 잉크 챔버로부터 잉크의 토출이 이루어지는 노즐의 하부가 관통되어 형성된다. 상기 열발산층에는 출구쪽으로 갈수록 단면적이 작아지는 테이퍼 형상으로 된 노즐의 상부가 형성되며, 이 열발산층은 히터와 그 주변의 열을 외부로 발산시키기 위해 열전도성 있는 금속물질로 이루어진다. 그리고, 상기 노즐 플레이트는 기판 상에 일체로 구성되며, 테이퍼 형상의 노즐 상부는 포토레지스트를 테이퍼 형상으로 패터닝하여 희생층을 형성한 다음, 전기도금에 의해 열발산층을 비교적 두꺼운 두께로 형성한 후 희생층을 제거함으로써 형성된다. 이와 같은 본 발명에 따르면, 두꺼운 두께를 가지며 금속으로 이루어진 열발산층에 테이퍼 형상의 상부 노즐이 형성되어, 잉크 액적의 직진성 및 토출 속도의 향상과 함께 방열 능력이 향상되어 잉크 토출성능과 구동주파수가 향상된다.

## 【대표도】

도 4

## 【명세서】

## 【발명의 명칭】

테이퍼 형상의 노즐을 가진 일체형 잉크젯 프린트헤드 및 그 제조방법{Monolithic ink jet printhead having taper shaped nozzle and method of manufacturing thereof}

## 【도면의 간단한 설명】

도 1a 및 도 1b는 종래의 열구동 방식의 잉크젯 프린트헤드의 일례를 나타내 보인 절개 사시도 및 잉크 액적 토출 과정을 설명하기 위한 단면도이다.

도 2a 및 도 2b는 종래의 일체형 잉크젯 프린트헤드의 일례를 나타내 보인 도면으로서, 도 2a는 평면도이고, 도 2b는 도 2a에 표시된 A-A'선을 따른 수직 단면도이다.

도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 일체형 잉크젯 프린트헤드의 평면 구조를 도시한 도면이다.

도 4는 도 3에 표시된 B-B'선을 따른 본 발명의 잉크젯 프린트헤드의 수직 단면도이다.

도 5은 도 4에 도시된 노즐 플레이트의 변형예를 도시한 수직 단면도이다.

도 6a 내지 도 6c는 본 발명에 따른 잉크젯 프린트헤드에서 잉크가 토출되는 메커니즘을 설명하기 위한 도면들이다.

도 7 내지 도 17은 도 4에 도시된 잉크젯 프린트헤드의 바람직한 제조방법을 단계적으로 설명하기 위한 단면도들이다.

도 18 내지 도 20은 도 5에 도시된 노즐 플레이트를 가진 잉크젯 프린트 헤드의 바람직한 제조방법을 단계적으로 설명하기 위한 단면도들이다.

## &lt;도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명&gt;

110...기관	120,220...노즐 플레이트
121...제1 보호층	122...제2 보호층
124...열전도층	126...제3 보호층
127...시드층	128,228...열발산층
132...잉크 챔버	134...잉크 채널
136...매니폴드	138,238...노즐
138a,238a...하부 노즐	138b,238b...상부 노즐
142...히터	144...도체
229...노즐 가이드	

## 【발명의 상세한 설명】

## 【발명의 목적】

## 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<19> 본 발명은 잉크젯 프린트헤드에 관한 것으로, 보다 상세하게는 기관과 노즐 플레이트가 일체로 형성되는 열구동 방식의 일체형 잉크젯 프린트헤드 및 그 제조방법에 관한 것이다.

<20> 일반적으로 잉크젯 프린트헤드는, 인쇄용 잉크의 미소한 액적(droplet)을 기록용지상의 원하는 위치에 토출시켜서 소정 색상의 화상으로 인쇄하는 장치이다.



이러한 잉크젯 프린트헤드는 잉크 액적의 토출 메카니즘에 따라 크게 두가지 방식으로 분류될 수 있다. 그 하나는 열원을 이용하여 잉크에 버블(bubble)을 발생시켜 그 버블의 팽창력에 의해 잉크 액적을 토출시키는 열구동 방식의 잉크젯 프린터헤드이고, 다른 하나는 압전체를 사용하여 그 압전체의 변형으로 인해 잉크에 가해지는 압력에 의해 잉크 액적을 토출시키는 압전구동 방식의 잉크젯 프린트헤드이다.

<21>       상기 열구동 방식의 잉크젯 프린트헤드에서의 잉크 액적 토출 메카니즘을 보다 상세하게 설명하면 다음과 같다. 저항 발열체로 이루어진 히터에 펄스 형태의 전류가 흐르게 되면, 히터에서 열이 발생되면서 히터에 인접한 잉크는 대략 300℃로 순간 가열된다. 이에 따라 잉크가 비등하면서 버블이 생성되고, 생성된 버블은 팽창하여 잉크 챔버 내에 채워진 잉크에 압력을 가하게 된다. 이로 인해 노즐 부근에 있던 잉크가 노즐을 통해 액적의 형태로 잉크 챔버 밖으로 토출된다.

<22>       여기에서, 버블의 성장방향과 잉크 액적의 토출 방향에 따라 상기 열구동 방식은 다시 탑-슈팅(top-shooting), 사이드-슈팅(side-shooting), 백-슈팅(back-shooting) 방식으로 분류될 수 있다. 탑-슈팅 방식은 버블의 성장 방향과 잉크 액적의 토출 방향이 동일한 방식이고, 사이드-슈팅 방식은 버블의 성장 방향과 잉크 액적의 토출 방향이 직각을 이루는 방식이며, 그리고 백-슈팅 방식은 버블의 성장 방향과 잉크 액적의 토출 방향이 서로 반대인 잉크 액적 토출 방식을 말한다.

<23>       이와 같은 열구동 방식의 잉크젯 프린트헤드는 일반적으로 다음과 같은 조건들을 만족하여야 한다. 첫째, 가능한 한 그 제조가 간단하고 제조비용이 저렴하며, 대량 생산이 가능하여야 한다. 둘째, 고화질의 화상을 얻기 위해서는 인접한 노즐

사이의 간섭(cross talk)은 억제하면서도 인접한 노즐 사이의 간격은 가능한 한 좁아야 한다. 즉, DPI(dots per inch)를 높이기 위해서는 다수의 노즐을 고밀도로 배치할 수 있어야 한다. 셋째, 고속 인쇄를 위해서는, 잉크 챔버로부터 잉크가 토출된 후 잉크 챔버에 잉크가 리필되는 주기가 가능한 한 짧아야 한다. 즉, 가열된 잉크와 히터의 냉각이 빨리 이루어져 구동 주파수를 높일 수 있어야 한다.

<24> 도 1a 및 도 1b는 종래의 열구동 방식의 잉크젯 프린트헤드의 일례로서, 미국특허 US 4,882,595호에 개시된 잉크젯 프린트헤드의 구조를 나타내 보인 절개 사시도 및 그 잉크 액적 토출 과정을 설명하기 위한 단면도이다.

<25> 도 1a 및 도 1b에 도시된 종래의 열구동 방식의 잉크젯 프린트헤드는, 기판(10)과, 그 기판(10) 위에 설치되어 잉크(29)가 채워지는 잉크 챔버(26)를 한정하는 격벽(14)과, 잉크 챔버(26) 내에 설치되는 히터(12)와, 잉크 액적(29')이 토출되는 테이퍼 형상의 노즐(16)이 형성된 노즐 플레이트(18)를 구비하고 있다. 상기 히터(12)에 펄스 형태의 전류가 공급되어 히터(12)에서 열이 발생되면 잉크 챔버(26) 내에 채워진 잉크(29)가 가열되어 버블(28)이 생성된다. 생성된 버블(28)은 계속적으로 팽창하게 되고, 이에 따라 잉크 챔버(26) 내에 채워진 잉크(29)에 압력이 가해져 노즐(16)을 통해 잉크 액적(29')이 외부로 토출된다. 그 다음에, 매니폴드(22)로부터 잉크 채널(24)을 통해 잉크 챔버(26) 내부로 잉크(29)가 흡입되어 잉크 챔버(26)는 다시 잉크(29)로 채워진다.

<26> 그런데, 이러한 구조를 가진 종래의 탑-슈팅 방식의 잉크젯 프린트헤드를 제조하기 위해서는, 노즐(16)이 형성된 노즐 플레이트(18)와 잉크 챔버(26) 및 잉크

채널(24) 등이 그 위에 형성된 기판(10)을 별도로 제작하여 본딩하여야 하므로, 제조 공정이 복잡하고 노즐 플레이트(18)와 기판(10)의 본딩시에 오정렬의 문제가 발생할 수 있는 단점이 있다.

<27> 최근에는, 상기한 바와 같은 종래의 잉크젯 프린트헤드의 문제점을 해소하기 위하여 다양한 구조를 가진 잉크젯 프린트헤드가 제안되고 있으며, 도 2a와 도 2b에는 그 일례로서 2002년 1월 29일에 특허공개번호 2002-007741호로 공개된 본 출원인의 한국특허출원에 개시된 일체형(monolithic) 잉크젯 프린트헤드가 도시되어 있다.

<28> 도 2a와 도 2b를 함께 참조하면, 실리콘 기판(30)의 표면쪽에는 반구형의 잉크 챔버(32)가 형성되어 있고, 기판(30)의 배면쪽에는 잉크 공급을 위한 매니폴드(36)가 형성되어 있으며, 잉크 챔버(32)의 바닥에는 잉크 챔버(32)와 매니폴드(36)를 연결하는 잉크 채널(34)이 관통 형성되어 있다. 그리고, 기판(30) 상에는 다수의 물질층(41, 42, 43)이 적층되어 이루어진 노즐 플레이트(40)가 기판(30)과 일체로 형성되어 있다. 노즐 플레이트(40)에는 잉크 챔버(32)의 중심부에 대응되는 위치에 노즐(47)이 형성되어 있으며, 노즐(47)의 둘레에는 도체(46)에 연결된 히터(45)가 배치되어 있다. 노즐(47)의 가장자리에는 잉크 챔버(32)의 깊이 방향으로 연장된 노즐 가이드(44)가 형성되어 있다. 상기 히터(45)에서 발생된 열은 절연층(41)을 통해 잉크 챔버(32) 내부의 잉크(48)로 전달되고, 이에 따라 잉크(48)는 비등되어 버블(49)이 생성된다. 생성된 버블(49)은 팽창하며 잉크 챔버(32) 내에 채워진 잉크(48)에 압력을 가하게 되고, 이에 따라 잉크(48)는 노즐(47)을 통해 액적(48')의 형태로 토출된다. 그 다음에, 대기와 접촉되는 잉크(48)의 표면에 작용하는 표면장력에 의해, 매니폴드(36)로부터 잉크 채널(34)을 통해 잉크(48)가 흡입되면서 잉크 챔버(32)에 다시 잉크(48)가 채워진다.

<29> 상기한 바와 같은 구조를 가진 종래의 일체형 잉크젯 프린트헤드에 있어서는, 실리콘 기판(30)과 노즐 플레이트(40)가 일체로 형성되어 제조 공정이 간단하고 오정렬의 문제점이 해소되는 장점이 있다.

<30> 그런데, 도 2a 및 도 2b에 도시된 일체형 잉크젯 프린트헤드에 있어서는, 노즐 플레이트(40)를 이루는 물질층들(41, 42, 43)이 화학기상증착 공정에 의해 형성되는데, 이러한 증착 공정에 의해서는 물질층들(41, 42, 43)의 두께를 두껍게 형성하기가 곤란하다. 따라서, 노즐 플레이트(40)의 두께가 대략 5 $\mu$ m 정도로 비교적 얇아서 노즐(47)의 길이를 충분히 길게 형성하지 못하는 단점이 있다. 또한, 노즐(47)은 물질층(41, 42, 43)들을 식각함으로써 형성되므로, 노즐(47)을 출구쪽으로 갈수록 직경이 작아지는 테이퍼 형상으로 형성하기가 곤란한 단점도 있다. 노즐(47)의 길이가 짧으면, 토출되는 잉크 액적(48')의 직진성이 저하되는 단점과 함께, 잉크 액적(48')의 토출 후에 잉크(48) 표면의 메니스커스(meniscus)가 노즐(47) 내에 형성되지 못하고 잉크 챔버(32) 내로 침입할 수도 있어 안정적인 고속인쇄를 구현하는데 어려움이 있다. 이러한 문제점들을 해소하기 위해 종래의 잉크젯 프린트헤드에서는 노즐(47)의 가장자리에 노즐 가이드(44)를 형성시킨다. 그러나, 노즐 가이드(44)의 길이가 너무 길게 되면, 기판(30)을 식각하여 잉크 챔버(32)를 형성하기가 곤란하게 되며, 또한 노즐 가이드(44)에 의해 버블(49)의 팽창이 제한되는 문제점이 발생할 수 있으므로, 노즐 가이드(44)에 의해 노즐(47)의 길이를 충분히 확보하는 데에는 한계가 있다.

<31> 그리고, 종래의 잉크젯 프린트헤드에서는 히터(45) 주위에 형성된 물질층들(41, 42, 43)이 전기적인 절연을 위해 산화물(oxide) 또는 질화물(nitride) 등의 열전도도가 낮은 절연 물질로 이루어져 있다. 따라서, 잉크(48)의 토출을 위해 가열된 히터(45), 잉

크 챔버(32) 내의 잉크(48) 및 노즐 가이드(44) 등이 초기 상태까지 충분히 냉각되는 데에는 비교적 많은 시간이 소요되므로, 구동 주파수를 충분히 높일 수 없는 단점이 있다.

**【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】**

<32> 본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 창출된 것으로, 그 일 목적은 테이퍼 형상의 노즐을 두꺼운 금속층에 형성하여 잉크 액적의 직진성 및 토출 속도의 향상과 함께 방열 능력을 향상시킨 일체형 잉크젯 프린트헤드를 제공하는데 있다

<33> 그리고, 본 발명의 다른 목적은, 상기한 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법을 제공하는데 있다.

**【발명의 구성 및 작용】**

<34> 상기의 기술적 과제를 달성하기 위해 본 발명은,

<35> 토출될 잉크가 채워지는 잉크 챔버와, 상기 잉크 챔버에 잉크를 공급하기 위한 매니폴드와, 상기 잉크 챔버와 상기 매니폴드를 연결하는 잉크 채널이 형성된 기관;

<36> 상기 기관 상에 적층된 다수의 보호층과 상기 다수의 보호층 위에 적층되는 열발산층을 포함하며, 상기 다수의 보호층에는 잉크 챔버로부터 잉크의 토출이 이루어지는 노즐의 하부가 관통되어 형성되고, 상기 열발산층에는 상기 노즐의 상부가 형성된 노즐 플레이트;

<37> 상기 노즐 플레이트의 상기 보호층들 사이에 마련되며, 상기 잉크 챔버의 상부에 위치하여 상기 잉크 챔버 내부의 잉크를 가열하는 히터; 및

- <38>      상기 노즐 플레이트의 상기 보호층들 사이에 마련되며, 상기 히터와 전기적으로 연결되어 상기 히터에 전류를 인가하는 도체;를 구비하며,
- <39>      상기 열발산층은 상기 히터와 그 주변의 열을 외부로 발산시키기 위해 열전도성 있는 금속물질로 이루어지며, 상기 열발산층에 형성되는 상기 노즐의 상부는 출구쪽으로 갈수록 단면적이 작아지는 테이퍼 형상으로 된 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드를 제공한다.
- <40>      여기에서, 상기 보호층들은 상기 기판 상에 순차적으로 적층된 제1 보호층, 제2 보호층 및 제3 보호층을 포함하며, 상기 히터는 상기 제1 보호층과 상기 제2 보호층 사이에 마련되며, 상기 도체는 상기 제2 보호층과 상기 제3 보호층 사이에 마련되는 것이 바람직하다.
- <41>      그리고, 상기 보호층들에 형성되는 상기 노즐의 하부는 실린더 형상으로 이루어질 수 있다.
- <42>      또한, 상기 열발산층은 전기도금에 의해 10 ~ 50 $\mu$ m의 두께로 형성되며, 상기 상부 노즐도 10 ~ 50 $\mu$ m의 길이를 가진 것이 바람직하다.
- <43>      또한, 상기 노즐 플레이트에는, 상기 잉크 챔버의 위쪽에 배치되며 상기 히터 및 도체로부터 절연되고 상기 기판과 상기 열발산층에 접촉되는 열전도층이 마련된 것이 바람직하다.
- <44>      상기 도체와 상기 열전도층은 동일한 금속물질로 이루어지며 동일한 보호층 위에 마련되는 것이 바람직하다.
- <45>      한편, 상기 도체와 상기 열전도층 사이에는 절연층이 마련될 수도 있다.

- <46> 또한, 상기 노즐 하부에는 상기 잉크 챔버의 내부로 연장된 노즐 가이드가 형성될 수 있다.
- <47> 이와 같은 본 발명의 프린트헤드에 따르면, 두꺼운 두께를 가지며 금속으로 이루어진 열발산층에 테이퍼 형상의 상부 노즐이 형성되어, 잉크 액적의 직진성 및 토출 속도의 향상과 함께 방열 능력이 향상되어 잉크 토출성능과 구동주파수가 향상된다.
- <48> 그리고, 본 발명은 상기한 구조를 가진 일체형 잉크젯 프린트헤드를 제조하는 방법을 제공한다.
- <49> 본 발명에 따른 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법은,
- <50> (가) 기판을 준비하는 단계;
- <51> (나) 상기 기판 상에 다수의 보호층을 순차적으로 적층하면서, 히터와 상기 히터에 연결되는 도체를 상기 보호층들 사이에 형성하는 단계;
- <52> (다) 상기 보호층들 위에 금속으로 이루어진 열발산층을 형성하면서, 상기 보호층들에는 하부 노즐을 형성하고, 상기 열발산층에는 출구쪽으로 갈수록 단면적이 작아지는 테이퍼 형상으로 된 상부 노즐을 형성하여, 상기 보호층들과 상기 열발산층으로 이루어지는 노즐 플레이트를 상기 기판에 일체로 구성하는 단계; 및
- <53> (라) 상기 기판을 식각하여 잉크가 채워지는 잉크 챔버와, 상기 잉크 챔버에 잉크를 공급하기 위한 매니폴드와, 상기 잉크 챔버와 상기 매니폴드를 연결하는 잉크 채널을 형성하는 단계;를 구비한다.
- <54> 그리고, 상기 (가) 단계에서, 상기 기판은 실리콘 웨이퍼로 이루어진 것이 바람직하다.

- <55>       상기 (나) 단계는, 상기 기판의 상면에 제1 보호층을 형성하는 단계와; 상기 제1 보호층 위에 상기 히터를 형성하는 단계와; 상기 제1 보호층과 상기 히터 위에 제2 보호층을 형성하는 단계와; 상기 제2 보호층 위에 상기 도체를 형성하는 단계와; 상기 제2 보호층과 상기 도체 위에 제3 보호층을 형성하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.
- <56>       또한, 상기 (나) 단계에서, 상기 보호층들 사이에 상기 잉크 챔버의 위쪽에 배치되며 상기 히터 및 도체로부터 절연되고 상기 기판과 상기 열발산층에 접촉되는 열전도층을 형성하는 것이 바람직하다.
- <57>       상기 열전도층은 상기 도체와 동일한 금속물질, 바람직하게는 알루미늄 또는 알루미늄 합금으로 동시에 형성될 수 있다.
- <58>       한편, 상기 도체 위에 절연층을 형성한 후, 상기 절연층 위에 상기 열전도층을 형성할 수도 있다.
- <59>       상기 (다) 단계는, 상기 히터의 안쪽으로 상기 보호층들을 식각하여 상기 하부 노즐을 형성하는 단계와; 상기 하부 노즐의 내부에 제1 희생층을 형성하는 단계와; 상기 제1 희생층 위에 상기 상부 노즐을 형성하기 위한 제2 희생층을 테이퍼 형상으로 형성하는 단계와; 상기 보호층들 위에 상기 열발산층을 전기도금에 의해 형성하는 단계와; 상기 제2 희생층과 상기 제1 희생층을 제거하여 상기 하부 노즐과 상기 상부 노즐로 이루어지는 노즐을 형성하는 단계를 구비하는 것이 바람직하다.
- <60>       여기에서, 상기 하부 노즐은 상기 보호층들을 반응성이온식각에 의해 건식식각함으로써 실린더 형상으로 형성될 수 있다.
- <61>       그리고, 상기 제1 및 제2 희생층은 포토레지스트로 이루어질 수 있다.



- <62> 이 경우, 상기 제2 희생층은, 포토마스크를 상기 포토레지스트의 표면으로부터 소정 간격 이격되도록 설치하여 노광시키는 근접 노광에 의해 상기 포토레지스트를 경사지게 패터닝함으로써 형성될 수 있다.
- <63> 또한, 상기 포토레지스트와 상기 포토마스크 사이의 간격 및 노광 에너지를 조절함으로써 상기 제2 희생층의 경사도를 조절할 수 있다.
- <64> 그리고, 상기 제1 희생층과 상기 보호층들 위에 상기 열발산층의 전기도금을 위한 시드층을 형성한 후, 상기 제2 희생층을 형성하는 것이 바람직하다.
- <65> 한편, 상기 보호층들 위에 상기 열발산층의 전기도금을 위한 시드층을 형성한 후, 상기 제1 희생층과 상기 제2 희생층을 일체로 형성하는 것도 바람직하다.
- <66> 또한, 상기 열발산층은 니켈과 금을 포함하는 전이 원소 금속 중 어느 하나의 금속으로 이루어질 수 있으며, 10 ~ 50 $\mu$ m의 두께로 형성되는 것이 바람직하다.
- <67> 그리고, 상기 열발산층을 형성하는 단계 후에, 상기 열발산층의 상면을 화학기계적 연마 공정에 의해 평탄화하는 단계;를 더 구비할 수 있다.
- <68> 한편, 상기 하부 노즐을 형성하는 단계는, 상기 히터의 안쪽으로 상기 보호층들과 상기 기판을 이방성 식각하여 소정 깊이의 홀을 형성하는 단계와, 상기 홀의 내면에 소정의 물질층을 증착하는 단계와, 상기 홀의 바닥 부위에 형성된 상기 물질층을 식각하여 상기 기판을 노출시킴과 동시에 상기 홀의 측면에 상기 물질층으로 이루어지며 상기 하부 노즐을 한정하는 노즐 가이드를 형성하는 단계를 포함할 수 있다.
- <69> 상기 (라) 단계는, 상기 노즐을 통해 노출된 기판을 식각하여 상기 잉크 챔버를 형성하는 단계와; 상기 기판의 배면을 식각하여 상기 매니폴드를 형성하는 단계와; 상기

매니폴드와 상기 잉크 챔버 사이의 상기 기판을 관통되도록 식각하여 상기 잉크 채널을 형성하는 단계를 구비하는 것이 바람직하다.

<70>       상기한 본 발명의 제조방법에 따르면, 잉크 챔버와 잉크 채널이 형성된 기판상에 테이퍼 형상의 노즐이 마련된 노즐 플레이트가 일체로 형성되므로, 단일 웨이퍼 상에서 일련의 공정으로 잉크젯 프린트헤드를 구현할 수 있다.

<71>       이하, 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명한다. 도면에서 동일한 참조부호는 동일한 구성요소를 지칭하며, 도면상에서 각 구성요소의 크기는 설명의 명료성과 편의상 과장되어 있을 수 있다. 또한, 한 층이 기판이나 다른 층의 위에 존재한다고 설명될 때, 그 층은 기판이나 다른 층에 직접 접하면서 그 위에 존재할 수도 있고, 그 사이에 제 3의 층이 존재할 수도 있다.

<72>       도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 일체형 잉크젯 프린트헤드의 평면 구조를 도시한 도면이고, 도 4는 도 3에 표시된 B-B'선을 따른 본 발명의 잉크젯 프린트헤드의 수직 단면도이다.

<73>       도 3과 도 4를 함께 참조하면, 잉크젯 프린트헤드의 기판(110)에는 토출될 잉크가 채워지는 잉크 챔버(132)와, 잉크 챔버(132)로 잉크를 공급하기 위한 매니폴드(136)와, 잉크 챔버(132)와 매니폴드(136)를 연결하는 잉크 채널(134)이 형성된다.

<74>       여기에서, 상기 기판(110)으로는 집적회로의 제조에 널리 사용되는 실리콘 웨이퍼가 사용될 수 있다. 그리고, 잉크 챔버(132)는 기판(110)의 표면쪽에 소정 깊이를 가진 대략 반구형의 형상으로 형성될 수 있다. 상기 매니폴드(136)는 잉크 챔버(132)의 아래

쪽에 위치하도록 기관(110)의 배면쪽에 형성될 수 있으며, 잉크를 담고 있는 잉크 저장고(미도시)와 연결된다.

<75> 한편, 도면에는 잉크젯 프린트헤드의 단위 구조만 도시되어 있지만, 칩 상태로 제조되는 잉크젯 프린트헤드에서는 다수의 잉크 챔버(132)가 매니폴드(136) 위에 일렬 또는 2열로 배치되며, 해상도를 더욱 높이기 위해 3열 이상으로 배치될 수도 있다.

<76> 그리고, 잉크 챔버(132)와 매니폴드(136) 사이에는 이들을 서로 연결하는 잉크 채널(134)이 기관(110)을 수직으로 관통하여 형성될 수 있다. 잉크 채널(134)은 잉크 챔버(132)의 바닥면 중심부위에 형성되며, 그 단면 형상은 원형으로 된 것이 바람직하다. 한편, 잉크 채널(134)의 단면 형상은 원형이 아니더라도 타원형이나 다각형 등 다양한 형상을 가질 수 있다.

<77> 상기한 바와 같이 잉크 챔버(132), 잉크 채널(134) 및 매니폴드(136)가 형성되어 있는 기관(110)의 상부에는 노즐 플레이트(120)가 마련된다. 상기 노즐 플레이트(120)는 잉크 챔버(132)의 상부벽을 이루며, 잉크 챔버(132)의 중심에 대응하는 위치에는 잉크 챔버(132)로부터 잉크의 토출이 이루어지는 노즐(138)이 수직으로 관통되어 형성된다.

<78> 상기 노즐 플레이트(120)는 기관(110) 상에 적층된 다수의 물질층으로 이루어진다. 이 물질층들은 제1 및 제2 보호층(121, 122)과, 열전도층(124)과, 제3 보호층(126)과, 금속으로 이루어진 열발산층(128)을 포함한다. 그리고, 제1 및 제2 보호층(121, 122) 사이에는 히터(142)가 마련되며, 제2 보호층(122)과 제3 보호층(126) 사이에는 도체(144)가 마련된다.

- <79>      상기 제1 보호층(passivation layer, 121)은 노즐 플레이트(120)를 이루는 다수의 물질층 중 가장 아래쪽의 물질층으로서 기판(110)의 상면에 형성된다. 상기 제1 보호층(121)은 그 위에 형성되는 히터(142)와 그 아래의 기판(110) 사이의 절연과 히터(142)의 보호를 위한 물질층으로서 실리콘 산화물이나 실리콘 질화물로 이루어질 수 있다.
- <80>      제1 보호층(121) 위에는 잉크 챔버(132)의 상부에 위치하여 잉크 챔버(132) 내부의 잉크를 가열하는 히터(142)가 노즐(138) 주위에 형성된다. 이 히터(142)는 불순물이 도핑된 폴리 실리콘, 실리사이드, 탄탈륨-알루미늄 합금, 티타늄 질화물 또는 탄탈륨 질화물(tantalum nitride)과 같은 저항 발열체로 이루어진다.
- <81>      상기 제2 보호층(122)은 제1 보호층(121)과 히터(142) 위에 마련된다. 상기 제2 보호층(122)은 그 위에 마련되는 열전도층(124)과 그 아래의 히터(142) 사이의 절연과 히터(142)의 보호를 위해 마련된다. 상기 제2 보호층(122)도 제1 보호층(121)과 마찬가지로 실리콘 질화물 또는 실리콘 산화물로 이루어질 수 있다.
- <82>      제2 보호층(122) 위에는 히터(142)와 전기적으로 연결되어 히터(142)에 펄스 형태의 전류를 인가하는 도체(conductor, 144)가 마련된다. 상기 도체(144)의 일단부는 제2 보호층(122)에 형성된 제1 콘택홀(C<sub>1</sub>)을 통해 히터(142)에 접속되며, 그 타단부는 도사되지 않은 본딩 패드에 전기적으로 연결된다. 그리고, 상기 도체(144)는 도전성이 양호한 금속, 예컨대 알루미늄이나 알루미늄 합금으로 이루어질 수 있다.
- <83>      상기 열전도층(124)은 상기 제2 보호층(122) 위에 마련될 수 있다. 상기 열전도층(124)은 히터(142)와 히터(142) 주변의 열을 기판(110)과 후술하는 열발산층(128)으로 전도시키는 기능을 하는 것으로, 가능한 한 잉크 챔버(132)와 히터(142)를 모두 덮을 수 있도록 넓게 형성되는 것이 바람직하다. 다만, 열전도층(124)과 도체(144) 사이의 절연

을 위해 열전도층(124)은 도체(144)로부터 소정 간격을 두고 형성되어야 한다. 한편, 열전도층(124)과 히터(142) 사이의 절연은 상기한 바와 같이 그들 사이에 개재된 제2 보호층(122)에 의해 이루어질 수 있다. 그리고, 열전도층(124)은 제1 보호층(121)과 제2 보호층(122)을 관통하여 형성된 제2 컨택홀(C<sub>2</sub>)을 통해 기관(110)의 상면에 접촉된다.

<84>      상기 열전도층(124)은 열전도성이 양호한 금속으로 이루어진다. 상기한 바와 같이 열전도층(124)이 도체(144)와 함께 제2 보호층(122) 위에 형성되는 경우에는, 열전도층(124)은 도체(144)와 같은 금속물질, 즉 알루미늄 또는 알루미늄 합금으로 이루어질 수 있다.

<85>      한편, 열전도층(124)을 도체(144)의 두께보다 두껍게 형성하고자 하거나, 도체(144)와는 다른 금속물질로 형성하고자 하는 경우에는, 도체(144)와 열전도층(124) 사이에 도시되지 않은 절연층이 마련될 수 있다.

<86>      상기 제3 보호층(126)은 상기 도체(144)와 제2 보호층(122) 위에 마련된다. 상기 제3 보호층(126)은 TEOS(Tetraethylorthosilicate) 산화물 또는 실리콘 산화물로 이루어질 수 있다. 상기 열전도층(124)의 상면에는 후술하는 열발산층(128)과의 접촉을 위해 상기 제3 보호층(126)을 가능한 한 형성하지 않는 것이 바람직하다.

<87>      상기 열발산층(128)은 노즐 플레이트(120)를 이루는 다수의 물질층 중에서 최상부의 물질층이다. 상기 열발산층(128)은 열전도성이 양호한 금속물질, 예컨대 니켈 또는 금과 같은 전이 원소 금속으로 이루어진다. 열발산층(128)은 제3 보호층(126)과 열전도층(124) 위에 상기 금속물질을 전기도금함으로써 10 ~ 50 $\mu$ m 정도의 비교적 두꺼운 두께로 형성된다. 이를 위해, 제3 보호층(126)과 열전도층(124) 위에는 상기 금속물질의 전

기도금을 위한 시드층(seed layer, 127)이 마련된다. 상기 시드층(127)은 크롬 또는 구리 등의 전기 전도성이 양호한 금속으로 이루어질 수 있다.

<88> 이와 같이, 금속으로 이루어진 열발산층(128)은 도금 공정에 의해 형성되므로, 잉크젯 프린트헤드의 다른 구성요소들과 일체로 형성될 수 있으며, 또한 비교적 두꺼운 두께로 형성될 수 있다. 따라서, 열발산층(128)을 통한 방열이 효과적으로 이루어질 수 있으며, 후술하는 바와 같이 비교적 긴 길이를 가진 노즐(138)을 형성할 수 있게 된다. 전술한 바와 같이, 증착 공정에 의하면 물질층의 두께를 두껍게 형성하기가 곤란하므로 공정을 여러번 반복해야하는 단점이 있다.

<89> 이러한 열발산층(128)은 히터(142) 및 그 주변의 열을 외부로 발산하는 기능을 한다. 즉, 잉크가 토출된 후에 히터(142) 및 그 주변에 잔류하는 열은 열전도층(124)을 통해 기판(110) 및 열발산층(128)으로 전도되어 외부로 발산된다. 따라서, 잉크가 토출된 후에 보다 빠른 방열이 이루어지고 노즐(138) 주위의 온도가 낮아지게 되므로, 높은 구동주파수로 안정적인 인쇄가 가능하게 된다.

<90> 그리고, 노즐 플레이트(120)에는 잉크 챔버(132)로부터 잉크를 토출하기 위한 노즐(138)이 관통되어 형성된다. 상기 노즐(138)은 제1, 제2 및 제3 보호층(121, 122, 126)에 형성된 하부 노즐(138a)과, 열발산층(128)에 형성된 상부 노즐(138b)로 이루어진다. 상기 하부 노즐(138a)은 실린더 형상으로 형성되는 반면에, 상부 노즐(138b)은 출구 쪽으로 갈수록 단면적이 작아지는 테이퍼 형상으로 형성된다.

<91> 이러한 상부 노즐(138b)은 상기한 바와 같이 비교적 두꺼운 두께를 가진 열발산층(128)에 형성되므로, 그 길이를 충분히 길게 확보할 수 있게 된다. 따라서, 노즐(138)을

통해 토출되는 잉크 액적의 직진성이 향상된다. 즉, 토출되는 잉크 액적이 기판(110)에 대해 정확히 수직인 방향으로 토출될 수 있다.

<92> 또한, 상부 노즐(138b)의 형상이 테이퍼 형상으로 되어 있으므로, 유체 저항이 감소되어 잉크 액적의 토출 속도가 빨라지게 된다. 이를 상세하게 설명하면, 유로를 통해 흐르는 유체에 대한 저항은 유로의 단면 형상에 의해 결정되며, 특히 유로 반경의 4제곱에 반비례한다. 따라서, 본 발명에서는 잉크의 토출량을 결정하는 상부 노즐(138b)의 출구쪽 반경은 일정하게 고정시키는 반면, 상부 노즐(138b)의 입구쪽 반경을 증가시킴으로써 상부 노즐(138b)을 출구쪽으로 가면서 점차 그 반경이 작아지는 테이퍼 형상으로 형성한다. 이에 따라, 상부 노즐(138b) 내의 유체 저항이 감소되어, 이를 통해 토출되는 잉크 액적의 토출 속도가 빨라지게 되므로 잉크젯 프린트헤드의 구동주파수를 높일 수 있게 된다.

<93> 도 5은 도 4에 도시된 노즐 플레이트의 변형예를 도시한 수직 단면도이다. 여기에 서, 도 4에서와 동일한 참조부호는 동일한 구성요소를 가리킨다.

<94> 도 5를 참조하면, 노즐 플레이트(220)에 형성된 노즐(238)은, 제1, 제2 및 제3 보호층(121, 122, 126)에 형성된 실린더 형상의 하부 노즐(238a)과, 열발산층(228)에 형성된 테이퍼 형상의 상부 노즐(238b)로 이루어진다. 그리고, 하부 노즐(238a)에는 잉크 챔버(132) 내부로 소정 길이 연장된 노즐 가이드(229)가 형성된다. 따라서, 하부 노즐(238a)은 노즐 가이드(229)에 의해 그 길이가 길어지게 된다.

<95> 이와 같이, 노즐 가이드(229)가 마련되면 노즐(238)의 전체 길이가 보다 길어지게 되어, 노즐(238)을 통해 토출되는 잉크 액적의 직진성이 보다 향상되는 장점이 있다. 그러나, 버블의 팽창이 제한될 수 있으며, 제조 공정이 복잡해지는 단점이 있다.

- <96> 이하에서는 도 6a 내지 6c를 참조하며 본 발명에 따른 잉크젯 프린트헤드에서 잉크가 토출되는 메카니즘을 설명하기로 한다.
- <97> 먼저 도 6a를 참조하면, 잉크 챔버(132)와 노즐(238) 내부에 잉크(150)가 채워진 상태에서, 도체(144)를 통해 히터(142)에 펄스 형태의 전류가 인가되면 히터(142)에서 열이 발생된다. 발생한 열은 히터(142) 아래의 제1 보호층(121)을 통해 잉크 챔버(132) 내부의 잉크(150)로 전달되고, 이에 따라 잉크(150)가 비등하여 버블(160)이 생성된다. 생성된 버블(160)은 지속적인 열의 공급에 따라 팽창하게 되고, 이에 따라 노즐(138) 내부의 잉크(150)는 노즐(138) 밖으로 밀려나가게 된다. 이 때, 상부 노즐(138b)이 테이퍼 형상으로 되어 있으므로, 잉크(150)의 흐름 속도가 보다 빨라지게 된다.
- <98> 이어서, 도 6b를 참조하면, 버블(160)이 최대로 팽창된 시점에서 인가했던 전류를 차단하면, 버블(160)은 수축하여 소멸된다. 이 때, 잉크 챔버(132) 내에는 부압이 걸리게 되어 노즐(138) 내부의 잉크(150)는 다시 잉크 챔버(132) 내부로 되돌아 오게 된다. 이와 동시에 노즐(138) 밖으로 밀려 나갔던 부분은 관성력에 의해 액적(150')의 형태로 노즐(138) 내부의 잉크(150)와 분리되어 토출된다.
- <99> 잉크 액적(150')이 분리된 후 노즐(138) 내부에 형성되는 잉크(150) 표면의 메니스커스는 잉크 챔버(132)쪽으로 후퇴하게 된다. 이 때, 본 발명에서는 두꺼운 노즐 플레이트(120)에 의해 충분히 긴 노즐(138)이 형성되어 있으므로, 메니스커스의 후퇴는 노즐(138) 내에서만 이루어지게 되고 잉크 챔버(132) 내에까지 후퇴하지 않는다. 따라서, 잉크 챔버(132) 내부로 외기가 유입되는 것이 방지되며, 메니스커스의 초기 상태로의 복귀도 빨라지게 되어 잉크 액적(150')의 고속 토출을 안정적으로 유지할 수 있다. 또한, 이 과정에서는 잉크 액적(150')의 토출 후 히터(142)와 그 주변에 잔류된 열이 열전도층



(124)과 열발산층(128)을 통해 전도되어 기관(110) 또는 외부로 발산되므로, 히터(142)와 노즐(138) 및 그 주변의 온도가 보다 빠르게 낮아지게 된다.

<100> 다음으로 도 6c를 참조하면, 잉크 챔버(132) 내부의 부압이 사라지게 되면, 노즐(138) 내부에 형성되어 있는 메니스커스에 작용하는 표면장력에 의해 잉크(150)는 다시 노즐(138)의 출구 단부쪽으로 상승하게 된다. 이 때, 상부 노즐(138b)이 테이퍼 형상으로 되어 있으므로, 잉크(150)의 상승 속도가 보다 빨라지게 되는 장점이 있다. 이에 따라 잉크 챔버(132) 내부는 잉크 채널(134)을 통해 공급되는 잉크(150)로 다시 채워진다. 잉크(150)의 리필이 완료되어 초기상태로 복귀하게 되면, 상기한 과정이 반복된다. 이 과정에서도, 열전도층(124) 및 열발산층(128)을 통해 방열이 이루어지게 되어 열적으로도 초기상태로의 복귀가 보다 빨리 이루어질 수 있다.

<101> 이하에서는 상기한 바와 같은 구조를 가진 본 발명에 따른 일체형 잉크젯 프린트헤드의 바람직한 제조방법을 설명하기로 한다.

<102> 도 7 내지 도 17은 도 4에 도시된 본 발명에 따른 일체형 잉크젯 프린트헤드의 바람직한 제조방법을 단계적으로 설명하기 위한 단면도들이다.

<103> 먼저, 도 7을 참조하면, 본 실시예에서 기관(110)으로는 실리콘 웨이퍼를 대략 300 ~ 500 $\mu$ m 정도의 두께로 가공하여 사용한다. 실리콘 웨이퍼는 반도체 소자의 제조에 널리 사용되는 것으로서, 대량생산에 효과적이다.

<104> 한편, 도 7에 도시된 것은 실리콘 웨이퍼의 극히 일부를 도시한 것으로서, 본 발명에 따른 잉크젯 프린트헤드는 하나의 웨이퍼에서 수십 내지 수백개의 칩 상태로 제조될 수 있다.

- <105> 그리고, 준비된 실리콘 기판(110)의 상면에 제1 보호층(121)을 형성한다. 상기 제1 보호층(121)은 기판(110)의 상면에 실리콘 산화물 또는 실리콘 질화물을 증착함으로써 이루어질 수 있다.
- <106> 이어서, 기판(110)의 상면에 형성된 제1 보호층(121) 위에 히터(142)를 형성한다. 상기 히터(142)는 제1 보호층(121)의 전표면에 불순물이 도핑된 폴리 실리콘, 실리콘사이드, 탄탈륨-알루미늄 합금, 티타늄 질화물 또는 탄탈륨 질화물(tantalum nitride) 등의 저항 발열체를 소정 두께로 증착한 다음 이를 패터닝함으로써 형성될 수 있다. 구체적으로, 폴리 실리콘은 불순물로서 예컨대 인(P)의 소스가스와 함께 저압 화학기상증착법(LPCVD; Low pressure chemical vapor deposition)에 의해 대략  $0.5 \sim 2\mu\text{m}$  두께로 증착될 수 있으며, 탄탈륨-알루미늄 합금 또는 탄탈륨 질화물은 스퍼터링(sputtering)에 의해 대략  $0.1 \sim 0.3\mu\text{m}$  두께로 증착될 수 있다. 이 저항 발열체의 증착 두께는, 히터(142)의 폭과 길이를 고려하여 적절한 저항값을 가지도록 다른 범위로 할 수도 있다. 제1 보호층(121)의 전표면에 증착된 저항 발열체는, 포토마스크와 포토레지스트를 이용한 사진 공정과 포토레지스트 패터를 식각마스크로 하여 식각하는 식각공정에 의해 패터닝될 수 있다.
- <107> 다음으로, 도 8에 도시된 바와 같이, 제1 보호층(121)과 히터(142)의 상면에 제2 보호층(122)을 형성한다. 구체적으로, 제2 보호층(122)은 실리콘 산화물 또는 실리콘 질화물을 대략  $1 \sim 3\mu\text{m}$  두께로 증착함으로써 이루어질 수 있다. 이어서, 제2 보호층(122)을 부분적으로 식각하여 히터(142)의 일부분, 즉 도 9의 단계에서 도체(144)와 접촉될 부분을 노출시키는 제1 콘택홀( $C_1$ )을 형성하고, 제2 보호층(122)과 제1 보호층(121)을 순차적으로 식각하여 기판(110)의 일부분, 즉 도 9의 단계에서 열전도층(124)과 접촉될

부분을 노출시키는 제2 콘택홀(C<sub>2</sub>)를 형성한다. 상기 제1 및 제2 콘택홀(C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>)의 형성은 동시에 이루어질 수 있다.

<108> 도 9는 제2 보호층(122)의 상면에 도체(144)와 열전도층(124)을 형성한 상태를 도시한 도면이다. 구체적으로, 도체(144)와 열전도층(124)은 전기 및 열 전도성이 좋은 금속, 예컨대 알루미늄이나 알루미늄 합금을 스퍼터링에 의해 대략 1 $\mu$ m 두께로 증착하고 이를 패터닝함으로써 동시에 형성될 수 있다. 이 때, 도체(144)와 열전도층(124)은 서로 절연되도록 형성된다. 그러면, 도체(144)는 제1 콘택홀(C<sub>1</sub>)을 통해 히터(142)와 접속되며, 열전도층(124)은 제2 콘택홀(C<sub>2</sub>)을 통해 기판(110)과 접촉된다.

<109> 한편, 열전도층(124)의 두께를 도체(144)의 두께보다 두껍게 하고자 하거나 열전도층(124)을 이루는 금속물질을 도체(144)와는 다른 금속으로 하고자 하는 경우, 또는 도체(144)와 열전도층(124)을 보다 확실하게 절연시키고자 하는 경우에는, 도체(144)를 먼저 형성한 후에 열전도층(124)을 형성할 수 있다. 보다 상세하게 설명하면, 도 8의 단계에서 제1 콘택홀(C<sub>1</sub>)만 형성하여 도체(144)만 형성한 후, 도체(144)와 제2 보호층(122) 위에 절연층(미도시)을 형성한다. 절연층도 제2 보호층(122)과 동일한 물질로 동일한 방법에 의해 형성될 수 있다. 이어서, 절연층과 제2 및 제1 보호층(122, 121)을 순차적으로 식각하여 제2 콘택홀(C<sub>2</sub>)을 형성한다. 그리고, 열전도층(124)을 상기한 방법과 동일한 방법으로 형성한다. 그러면, 도체(144)와 열전도층(124) 사이에 절연층이 개재된다.

<110> 도 10은 도 9의 결과물 전표면에 제3 보호층(126)을 형성한 상태를 도시한 것이다. 구체적으로, 제3 보호층(126)은 TEOS(Tetraethylorthosilicate) 산화물을 플라즈마 화학 기상증착법(PECVD; Plasma enhanced chemical vapor deposition)에 의해 대략 0.7 ~ 1 $\mu$ m

정도의 두께로 증착함으로써 이루어질 수 있다. 이어서, 제3 보호층(126)을 부분적으로 식각하여 열전도층(124)을 노출시킨다.

<111> 도 11은 하부 노즐(238a)을 형성한 상태를 도시한 것이다. 하부 노즐(238a)은 히터(142)의 안쪽으로 예컨대 16 ~ 40 $\mu$ m 정도의 직경으로 제3 보호층(126), 제2 보호층(122) 및 제1 보호층(121)을 반응성이온식각법(RIE; Reactive ion etching)에 의해 순차적으로 식각함으로써 형성될 수 있다.

<112> 다음으로, 도 12에 도시된 바와 같이, 하부 노즐(138a)의 내부에 제1 희생층(PR<sub>1</sub>)을 형성시킨다. 구체적으로, 도 11의 결과물 전표면에 포토레지스트를 도포한 후 이를 패터닝하여 하부 노즐(138a) 내부에 채워진 포토레지스트만 남긴다. 남겨진 포토레지스트는 제1 희생층(PR<sub>1</sub>)을 형성하며 이후의 공정에서 하부 노즐(138a)의 형태를 유지시킨다. 이어서, 상기 단계의 결과물 전표면에 전기도금을 위한 시드층(seed layer, 127)을 형성한다. 상기 시드층(127)은 전기도금을 위해 도전성이 양호한 크롬(Cr) 또는 구리(Cu) 등의 금속을 스퍼터링에 의해 대략 500 ~ 2000 Å의 두께로 증착함으로써 이루어질 수 있다.

<113> 도 13은 상부 노즐을 형성하기 위한 제2 희생층(PR<sub>2</sub>)을 형성한 상태를 도시한 것이다. 구체적으로, 시드층(127)의 전표면에 포토레지스트를 도포한 뒤 이를 패터닝하여 상부 노즐(도 15의 138b)이 형성될 부위에만 포토레지스트를 잔존시킨다. 남겨진 포토레지스트는 위쪽으로 갈수록 그 단면적이 점차 작아지는 테이퍼 형상으로 형성되는데, 이는 이후의 공정에서 상부 노즐(138b)을 형성시키기 위한 제2 희생층(PR<sub>2</sub>)의 역할을 하게 된다. 이 때, 테이퍼 형상의 희생층(PR<sub>2</sub>)은 포토레지스트의 표면으로부터 소정 간격 이격되어 설치된 포토마스크를 통해 포토레지스트를 노광시키는 근접 노광(proximity

exposure)에 의해 형성될 수 있다. 이 경우, 포토마스크를 통과한 광은 회절되고, 이에 따라 포토레지스트의 노광 부위와 노광되지 않은 부위의 경계면이 경사지게 형성된다. 그리고, 제2 희생층(PR<sub>2</sub>)의 경사도는 근접 노광 공정에서 포토마스크와 포토레지스트 사이의 간격 및/또는 노광 에너지에 의해 조절될 수 있다.

<114> 다음으로, 도 14에 도시된 바와 같이, 시드층(127)의 상면에 소정 두께의 금속물질로 이루어진 열발산층(128)을 형성한다. 열발산층(128)은 열전도성이 양호한 금속, 예컨대 니켈(Ni)이나 금과 같은 전이 원소 금속을 시드층(127) 표면에 전기도금시켜 대략 10 ~ 50 $\mu$ m 두께로 형성될 수 있다. 전기도금 공정은 제2 희생층(PR<sub>2</sub>)의 높이보다 낮고 원하는 상부 노즐(138b)의 출구 단면적이 형성되는 높이까지 열발산층(128)이 형성되는 시점에서 종료된다. 이 열발산층(128)의 두께는 상부 노즐(138b)의 단면적과 길이를 고려하여 적정하게 정해질 수 있다.

<115> 전기도금이 완료된 후의 열발산층(128)의 표면은 그 아래에 형성된 물질층들에 의해 요철을 갖게 된다. 따라서, 화학기계적 연마(CMP; Chemical mechanical polishing)에 의해 열발산층(128)의 표면을 평탄화할 수 있다.

<116> 이어서, 상부 노즐 형성을 위한 제2 희생층(PR<sub>2</sub>)과, 제2 희생층(PR<sub>2</sub>) 아래의 시드층(127)과, 하부 노즐 유지용 제1 희생층(PR<sub>1</sub>)을 순차적으로 식각한다. 그러면, 도 15에 도시된 바와 같이 실린더 형상의 하부 노즐(138a)과 테이퍼 형상의 상부 노즐(138b)이 연결되어 완전한 노즐(138)이 형성되고, 다수의 물질층이 적층되어 이루어진 노즐 플레이트(120)가 완성된다.

<117> 한편, 상기 노즐(138)과 열발산층(128)은 다음과 같은 단계를 거쳐 형성될 수도 있다. 먼저 도 12의 단계에서, 하부 노즐(138a)의 유지를 위한 제1 희생층(PR<sub>1</sub>)을 형성하기 전에, 도 11의 결과물 전표면에 전기도금을 위한 시드층(127)을 형성한다. 이어서, 상기 제1 희생층(PR<sub>1</sub>)과 상부 노즐(138b)의 형성을 위한 제2 희생층(PR<sub>2</sub>)을 순차적으로 형성하거나, 또는 일체로 함께 형성한다. 다음에는, 도 14에 도시된 바와 같이 열발산층(128)을 형성한 후, 화학기계적연마에 의해 열발산층(128)의 표면을 평탄화시킨다. 이어서, 함께 형성된 제2 희생층(PR<sub>2</sub>)과 제1 희생층(PR<sub>1</sub>) 및 제1 희생층(PR<sub>1</sub>) 아랫 부분의 시드층(127)을 식각하면 도 15에 도시된 바와 같은 노즐(138)과 노즐 플레이트(120)가 형성될 수 있다.

<118> 도 16은 기판(110)의 표면쪽에 소정 깊이의 잉크 챔버(132)를 형성한 상태를 도시한 것이다. 잉크 챔버(132)는 노즐(138)에 의해 노출된 기판(110)을 등방성 식각함으로써 형성할 수 있다. 구체적으로, XeF<sub>2</sub> 가스 또는 BrF<sub>3</sub> 가스를 식각가스로 사용하여 기판(110)을 소정 시간 동안 건식식각한다. 그러면 도시된 바와 같이, 깊이와 반경이 대략 20 ~ 40 $\mu$ m인 반구형의 잉크 챔버(132)가 형성된다.

<119> 도 17은 기판(110)의 배면을 식각하여 매니폴드(136)와 잉크 채널(134)을 형성한 상태를 도시한 것이다. 구체적으로, 기판(110)의 배면에 식각될 영역을 한정하는 식각마스크를 형성한 후, 기판(110)의 배면을 에칭액으로 TMAH(Tetramethyl Ammonium Hydroxide)를 사용하여 습식식각하면, 도시된 바와 같이 측면이 경사진 매니폴드(136)가 형성된다. 한편, 매니폴드(136)는 기판(110)의 배면을 이방성 건식식각함으로써 형성될 수도 있다. 이어서, 매니폴드(136)가 형성된 기판(110)의 배면에 잉크 채널(134)을 한정하는 식각마스크를 형성한 후, 매니폴드(136)와 잉크 챔버(132) 사이의 기판(110)을 반

응성이온식각법(RIE)에 의해 건식식각하여 잉크 채널(134)을 형성한다. 한편, 잉크 채널(134)은 기판(110)의 상면쪽에서 노즐(138)을 통해 잉크 챔버(132) 바닥의 기판(110)을 식각하여 형성할 수도 있다.

<120>       상기한 단계들을 거치게 되면, 도 17에 도시된 바와 같이 테이퍼 형상의 상부 노즐(138b)이 형성되며 금속으로 이루어진 열발산층(128)을 가진 노즐 플레이트(120)를 구비한 본 발명에 따른 일체형 잉크젯 프린트헤드가 완성된다.

<121>       도 18 내지 도 20은 도 5에 도시된 노즐 플레이트를 가진 잉크젯 프린트 헤드의 바람직한 제조방법을 단계적으로 설명하기 위한 단면도들이다.

<122>       도 5에 도시된 노즐 플레이트를 가지는 잉크젯 프린트헤드의 제조방법은 노즐 가이드(도 5의 229)를 형성하는 단계가 추가되는 것을 제외하고는 전술한 도 4에 도시된 잉크젯 프린트헤드의 제조방법과 동일하다. 즉, 도 7 내지 도 9에 도시된 단계까지는 동일하고, 그 이후의 단계에서는 노즐 가이드를 형성하는 단계가 추가된다. 그리고, 노즐 가이드가 형성된 후의 단계, 즉 도 13 내지 도 17에 도시된 단계도 동일하다. 따라서, 이하에서는 상기한 차이점을 중심으로 설명하기로 한다.

<123>       도 18에 도시된 바와 같이, 도 9에 도시된 단계 이후에 히터(142)의 안쪽으로 예컨대 16 ~ 40 $\mu$ m 정도의 직경으로 제2 보호층(122) 및 제1 보호층(121)을 반응성이온식각법(RIE; Reactive ion etching)에 의해 이방성 식각하고, 이어서 기판(110)을 동일한 방법으로 이방성 식각하여 소정 깊이의 홀(221)을 형성한다.

<124>       다음으로, 도 19에 도시된 바와 같이, 도 18의 결과물 전표면에 제3 보호층(126)을 형성한다. 제3 보호층(126)은 전술한 바와 같이 예컨대, TEOS 산화물을 플라즈마 화학

기상증착법(PECVD)에 의해 대략 0.7 ~ 1 $\mu$ m 정도의 두께로 증착함으로써 이루어질 수 있다. 이 때, 상기 홀(221) 내면에 증착되는 TEOS 산화물은 노즐 가이드(229)를 이루게 되며, 이 노즐 가이드(229)는 하부 노즐(238a)을 한정하게 된다. 이어서, 제3 보호층(126)을 부분적으로 식각하여 열전도층(124)을 노출시키고, 홀(221)의 바닥면을 식각하여 기판(110)을 노출시킨다.

<125> 한편, 상기 제3 보호층(126)까지 형성한 후에 상기 홀(221)을 형성할 수도 있다. 이 경우에는, 노즐 가이드(229)를 형성하기 위해 상기 홀(221) 내면과 제3 보호층(126) 위에 또 하나의 물질층을 증착하게 된다.

<126> 다음으로, 도 20에 도시된 바와 같이, 노즐 가이드(229)에 의해 한정된 하부 노즐(238a)의 내부에 포토레지스트로 이루어진 제1 희생층(PR<sub>1</sub>)을 형성시킨 후, 전술한 바와 같이 전기도금을 위한 시드층(127)을 형성한다.

<127> 이어서, 도 13 내지 도 17에 도시된 단계들을 거치게 되면, 도 5에 도시된 바와 같이 하부 노즐(238a)에 노즐 가이드(229)가 형성된 잉크젯 프린트헤드가 완성된다.

<128> 이상 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세히 설명했지만, 본 발명의 범위는 이에 한정되지 않고, 다양한 변형 및 균등한 타실시예가 가능하다. 예컨대, 본 발명에서 프린트헤드의 각 요소를 구성하기 위해 사용되는 물질은 예시되지 않은 물질을 사용할 수도 있다. 즉, 기판은 반드시 실리콘이 아니라도 가공성이 좋은 다른 물질로 대체될 수 있고, 히터, 도체, 보호층, 열전도층이나 열발산층 등도 마찬가지이다. 또, 각 물질의 적층 및 형성방법도 단지 예시된 것으로서, 다양한 증착방법과 식각방법이 적용될 수 있다. 아울러, 각 단계에서 예시된 구체적인 수치는 제조된 프린트헤드가 정상적으로 작동할 수 있는 범위 내에서 얼마든지 예시된 범위를 벗어나 조정가능하다. 또한, 본 발명의 프



린트헤드 제조방법의 각 단계의 순서는 예시된 바와 달리할 수 있다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위에 의해서 정해져야 할 것이다.

#### 【발명의 효과】

<129>       이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 일체형 잉크젯 프린트헤드 및 그 제조 방법은 다음과 같은 효과를 가진다.

<130>       첫째, 노즐의 길이가 충분히 길어서 토출되는 잉크 액적의 직진성이 향상될 수 있으며, 메니스커스를 노즐 내에 유지할 수 있으므로 안정적인 잉크의 리필이 가능하게 된다. 또한, 열발산층에 형성된 상부 노즐이 테이퍼 형상으로 되어 있으므로, 유체 저항이 감소되어 잉크 액적의 토출 속도가 빨라지게 된다.

<131>       둘째, 두꺼운 두께를 가진 금속으로 이루어진 열발산층에 의해 방열 능력이 향상되어 잉크 토출성능과 구동주파수를 향상시킬 수 있으며, 고속의 인쇄시에도 과열에 의한 인쇄 오류 및 히터 파손 등의 문제를 방지할 수 있다.

<132>       셋째, 잉크 챔버와 잉크 채널이 형성된 기판상에 노즐이 마련된 노즐 플레이트가 일체화되어 형성되므로, 단일 웨이퍼 상에서 일련의 공정으로 잉크젯 프린트헤드를 구현할 수 있어서 잉크 챔버와 노즐이 오정렬되는 종래의 문제점이 해소된다. 따라서, 잉크의 토출성능과 수율이 향상될 수 있다.

## 【특허청구범위】

## 【청구항 1】

토출될 잉크가 채워지는 잉크 챔버와, 상기 잉크 챔버에 잉크를 공급하기 위한 매니폴드와, 상기 잉크 챔버와 상기 매니폴드를 연결하는 잉크 채널이 형성된 기판;

상기 기판 상에 적층된 다수의 보호층과 상기 다수의 보호층 위에 적층되는 열발산층을 포함하며, 상기 다수의 보호층에는 잉크 챔버로부터 잉크의 토출이 이루어지는 노즐의 하부가 관통되어 형성되고, 상기 열발산층에는 상기 노즐의 상부가 형성된 노즐 플레이트;

상기 노즐 플레이트의 상기 보호층들 사이에 마련되며, 상기 잉크 챔버의 상부에 위치하여 상기 잉크 챔버 내부의 잉크를 가열하는 히터; 및

상기 노즐 플레이트의 상기 보호층들 사이에 마련되며, 상기 히터와 전기적으로 연결되어 상기 히터에 전류를 인가하는 도체;를 구비하며,

상기 열발산층은 상기 히터와 그 주변의 열을 외부로 발산시키기 위해 열전도성 있는 금속물질로 이루어지며, 상기 열발산층에 형성되는 상기 노즐의 상부는 출구쪽으로 갈수록 단면적이 작아지는 테이퍼 형상으로 된 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드.

## 【청구항 2】

제 1항에 있어서,

상기 보호층들은 상기 기판 상에 순차적으로 적층된 제1 보호층, 제2 보호층 및 제3 보호층을 포함하며, 상기 히터는 상기 제1 보호층과 상기 제2 보호층 사이에 마련되

며, 상기 도체는 상기 제2 보호층과 상기 제3 보호층 사이에 마련되는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드.

**【청구항 3】**

제 1항에 있어서,

상기 보호층들에 형성되는 상기 노즐의 하부는 실린더 형상으로 된 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드.

**【청구항 4】**

제 1항에 있어서,

상기 열발산층은 전기도금에 의해 10 ~ 50 $\mu$ m의 두께로 형성되며, 상기 상부 노즐도 10 ~ 50 $\mu$ m의 길이를 가진 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드.

**【청구항 5】**

제 1항에 있어서,

상기 열발산층은 니켈과 금을 포함하는 전이 원소 금속 중 어느 하나의 금속으로 이루어진 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드.

**【청구항 6】**

제 1항에 있어서,

상기 노즐 플레이트에는, 상기 잉크 챔버의 위쪽에 배치되며 상기 히터 및 도체로부터 절연되고 상기 기판과 상기 열발산층에 접촉되는 열전도층이 마련된 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드.

**【청구항 7】**

제 6항에 있어서,

상기 열전도층은 금속물질로 이루어진 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드.

**【청구항 8】**

제 6항에 있어서,

상기 도체와 상기 열전도층은 동일한 금속물질로 이루어지며 동일한 보호층 위에 마련되는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드.

**【청구항 9】**

제 6항에 있어서,

상기 도체와 상기 열전도층 사이에는 절연층이 마련된 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드.

**【청구항 10】**

제 1항에 있어서,

상기 노즐 하부에는 상기 잉크 챔버의 내부로 연장된 노즐 가이드가 형성된 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드.

**【청구항 11】**

(가) 기판을 준비하는 단계;

(나) 상기 기판 상에 다수의 보호층을 순차적으로 적층하면서, 히터와 상기 히터에 연결되는 도체를 상기 보호층들 사이에 형성하는 단계;

(다) 상기 보호층들 위에 금속으로 이루어진 열발산층을 형성하면서, 상기 보호층들에는 하부 노즐을 형성하고, 상기 열발산층에는 출구쪽으로 갈수록 단면적이 작아지는 테이퍼 형상으로 된 상부 노즐을 형성하여, 상기 보호층들과 상기 열발산층으로 이루어지는 노즐 플레이트를 상기 기판에 일체로 구성하는 단계; 및

(라) 상기 기판을 식각하여 잉크가 채워지는 잉크 챔버와, 상기 잉크 챔버에 잉크를 공급하기 위한 매니폴드와, 상기 잉크 챔버와 상기 매니폴드를 연결하는 잉크 채널을 형성하는 단계;를 구비하는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

#### 【청구항 12】

제 11항에 있어서,

상기 (가) 단계에서, 상기 기판은 실리콘 웨이퍼로 이루어진 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

#### 【청구항 13】

제 11항에 있어서, 상기 (나) 단계는,

상기 기판의 상면에 제1 보호층을 형성하는 단계;

상기 제1 보호층 위에 상기 히터를 형성하는 단계;

상기 제1 보호층과 상기 히터 위에 제2 보호층을 형성하는 단계;

상기 제2 보호층 위에 상기 도체를 형성하는 단계; 및

상기 제2 보호층과 상기 도체 위에 제3 보호층을 형성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트 헤드의 제조방법.

**【청구항 14】**

제 11항에 있어서,

상기 (나) 단계에서, 상기 보호층들 사이에 상기 잉크 챔버의 위쪽에 배치되며 상기 히터 및 도체로부터 절연되고 상기 기관과 상기 열발산층에 접촉되는 열전도층을 형성하는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

**【청구항 15】**

제 14항에 있어서,

상기 열전도층은 스퍼터링에 의해 금속물질을 소정 두께로 증착함으로써 형성되는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

**【청구항 16】**

제 14항에 있어서,

상기 열전도층은 상기 도체와 동일한 금속물질로 동시에 형성되는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

**【청구항 17】**

제 14항에 있어서,

상기 도체 위에 절연층을 형성한 후, 상기 절연층 위에 상기 열전도층을 형성하는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

**【청구항 18】**

제 11항에 있어서, 상기 (다) 단계는,

상기 히터의 안쪽으로 상기 보호층들을 식각하여 상기 하부 노즐을 형성하는 단계

;

상기 하부 노즐의 내부에 제1 희생층을 형성하는 단계;

상기 제1 희생층 위에 상기 상부 노즐을 형성하기 위한 제2 희생층을 테이퍼 형상으로 형성하는 단계;

상기 보호층들 위에 상기 열발산층을 전기도금에 의해 형성하는 단계; 및

상기 제2 희생층과 상기 제1 희생층을 제거하여 상기 하부 노즐과 상기 상부 노즐로 이루어지는 노즐을 형성하는 단계;를 구비하는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

#### 【청구항 19】

제 18항에 있어서,

상기 하부 노즐은 상기 보호층들을 반응성이온식각에 의해 건식식각함으로써 실린더 형상으로 형성되는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

#### 【청구항 20】

제 18항에 있어서,

상기 제1 및 제2 희생층은 포토레지스트로 이루어지는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

#### 【청구항 21】

제 20항에 있어서,

상기 제2 회생층은, 포토마스크를 상기 포토레지스트의 표면으로부터 소정 간격 이격되도록 설치하여 노광시키는 근접 노광에 의해 상기 포토레지스트를 경사지게 패터닝함으로써 형성되는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

【청구항 22】

제 21항에 있어서,

상기 포토레지스트와 상기 포토마스크 사이의 간격 및 노광 에너지를 조절함으로써 상기 제2 회생층의 경사도를 조절하는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

【청구항 23】

제 18항에 있어서,

상기 제1 회생층과 상기 보호층들 위에 상기 열발산층의 전기도금을 위한 시드층을 형성한 후, 상기 제2 회생층을 형성하는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

【청구항 24】

제 18항에 있어서,

상기 보호층들 위에 상기 열발산층의 전기도금을 위한 시드층을 형성한 후, 상기 제1 회생층과 상기 제2 회생층을 일체로 형성하는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

【청구항 25】

제 18항에 있어서,



상기 열발산층은 니켈과 금을 포함하는 전이 원소 금속 중 어느 하나의 금속으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

【청구항 26】

제 18에 있어서,

상기 열발산층은 10 ~ 50 $\mu$ m의 두께로 형성되는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

【청구항 27】

제 18항에 있어서,

상기 열발산층을 형성하는 단계 후에, 상기 열발산층의 상면을 화학기계적연마 공정에 의해 평탄화하는 단계;를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

【청구항 28】

제 18항에 있어서, 상기 하부 노즐을 형성하는 단계는,

상기 히터의 안쪽으로 상기 보호층들과 상기 기판을 이방성 식각하여 소정 깊이의 홀을 형성하는 단계와,

상기 홀의 내면에 소정의 물질층을 증착하는 단계와,

상기 홀의 바닥 부위에 형성된 상기 물질층을 식각하여 상기 기판을 노출시킴과 동시에 상기 홀의 측면에 상기 물질층으로 이루어지며 상기 하부 노즐을 한정하는 노즐 가이드를 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

**【청구항 29】**

제 11항에 있어서, 상기 (라) 단계는,

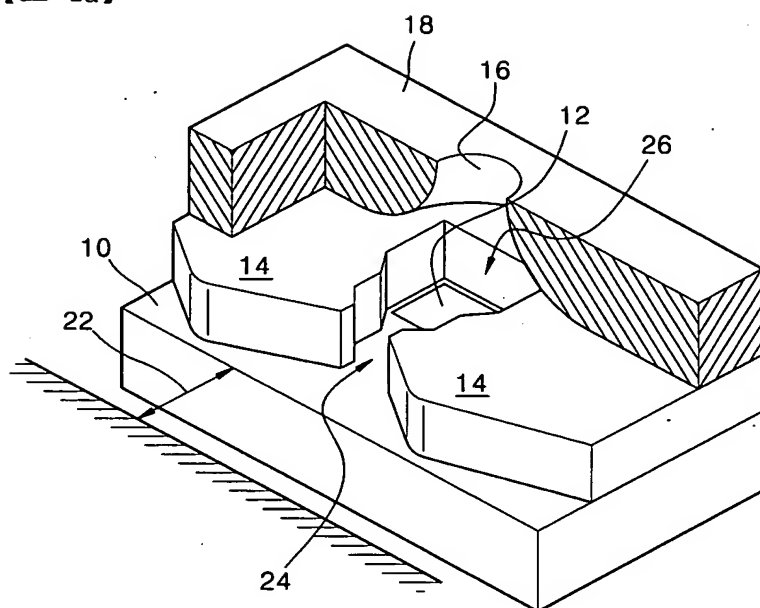
상기 노즐을 통해 노출된 기판을 식각하여 상기 잉크 챔버를 형성하는 단계;

상기 기판의 배면을 식각하여 상기 매니폴드를 형성하는 단계; 및

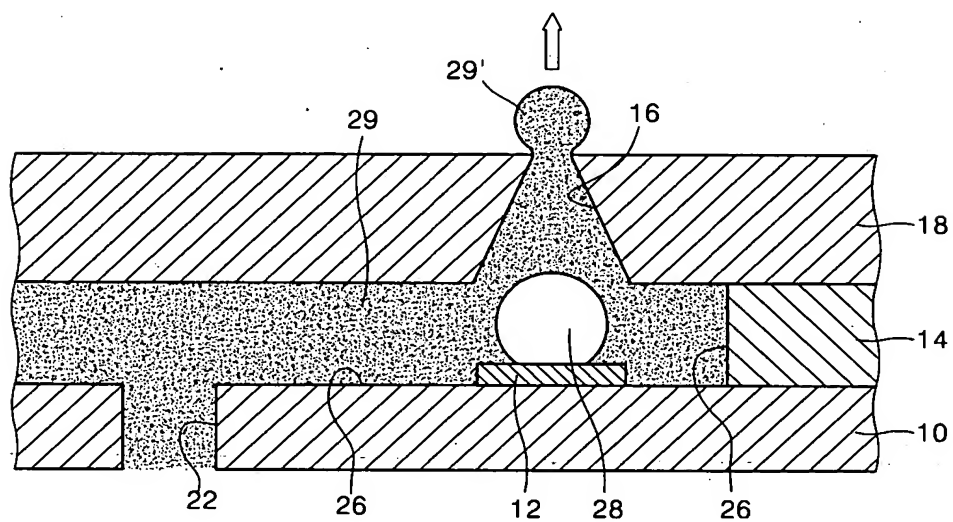
상기 매니폴드와 상기 잉크 챔버 사이의 상기 기판을 관통되도록 식각하여 상기 잉크 채널을 형성하는 단계;를 구비하는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

【도면】

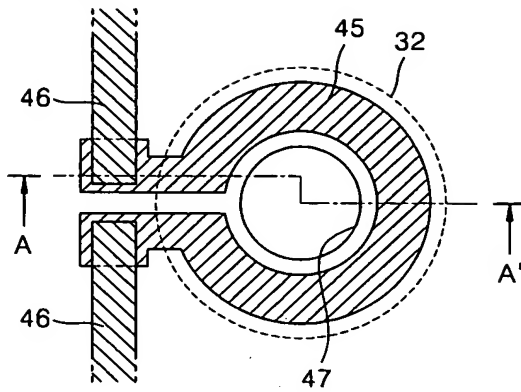
【도 1a】



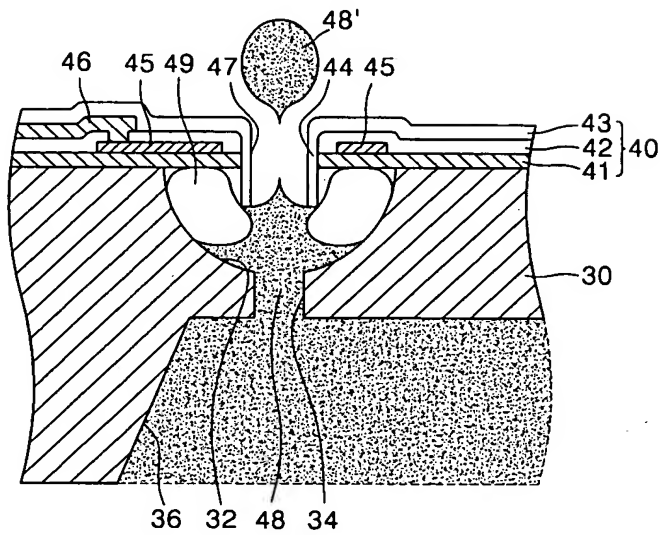
【도 1b】



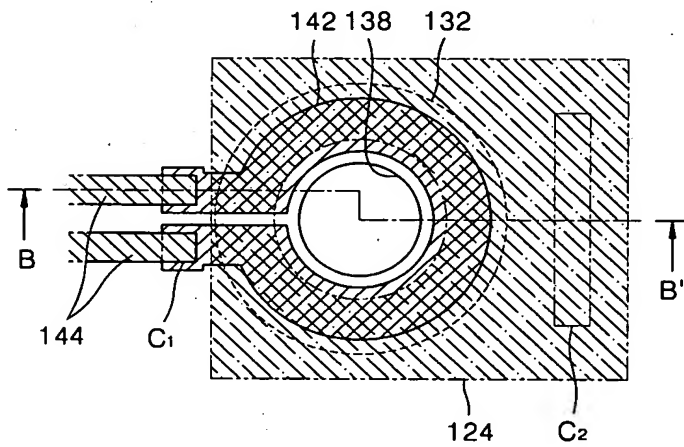
【도 2a】



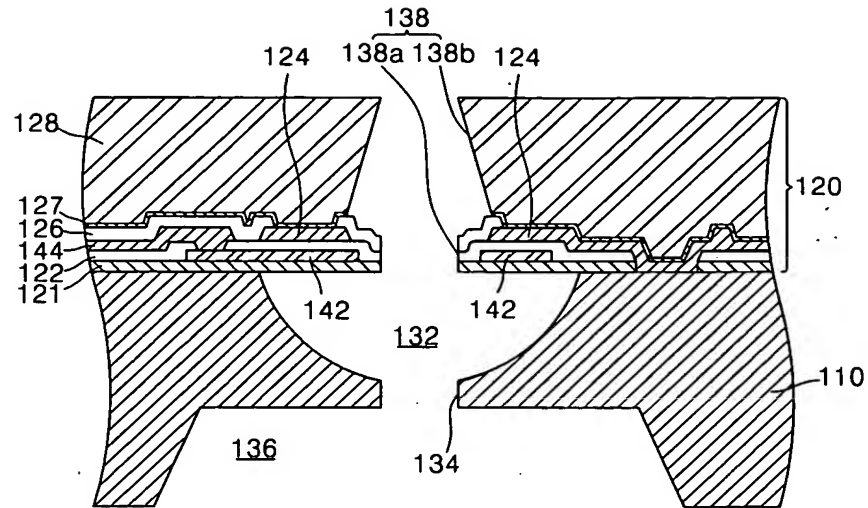
【도 2b】



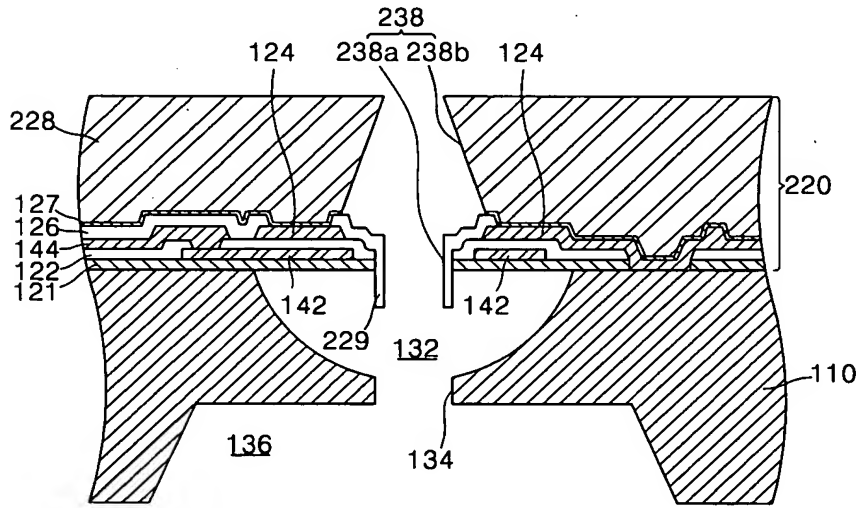
【도 3】



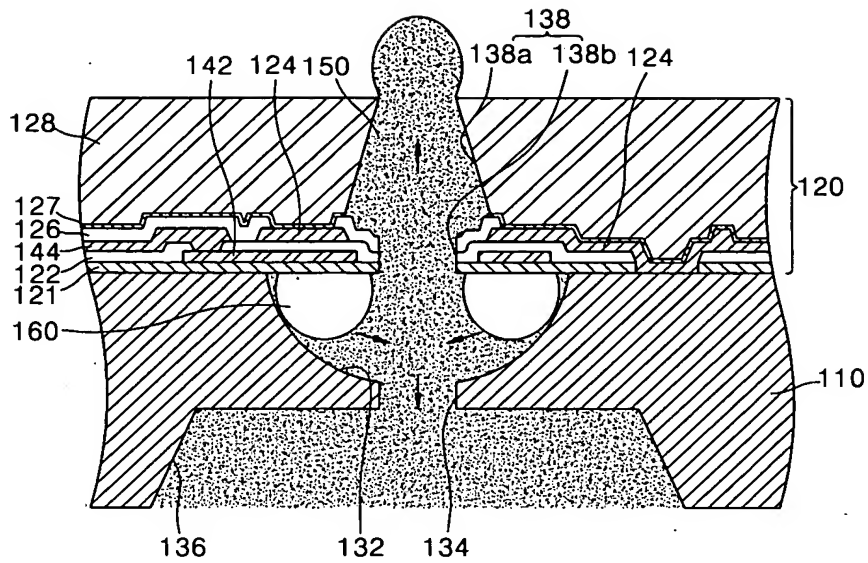
【도 4】



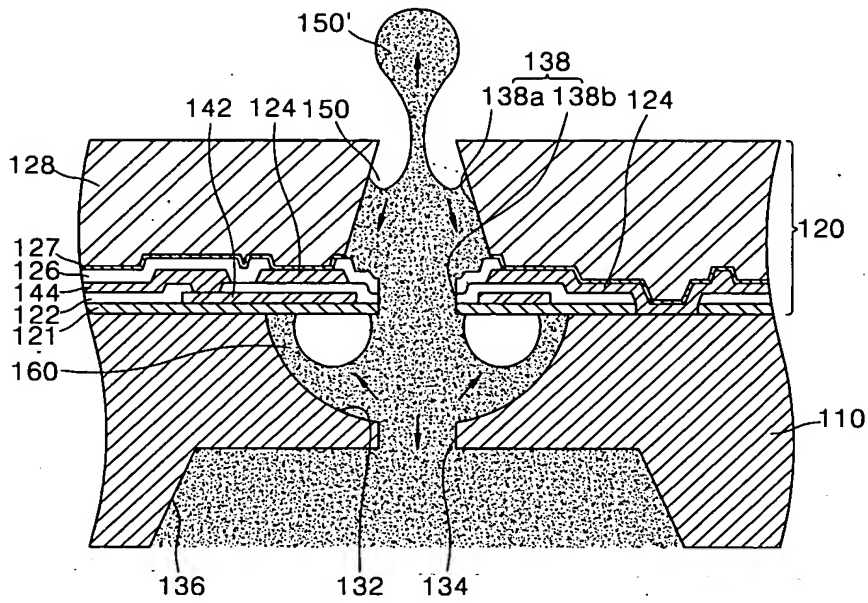
【도 5】



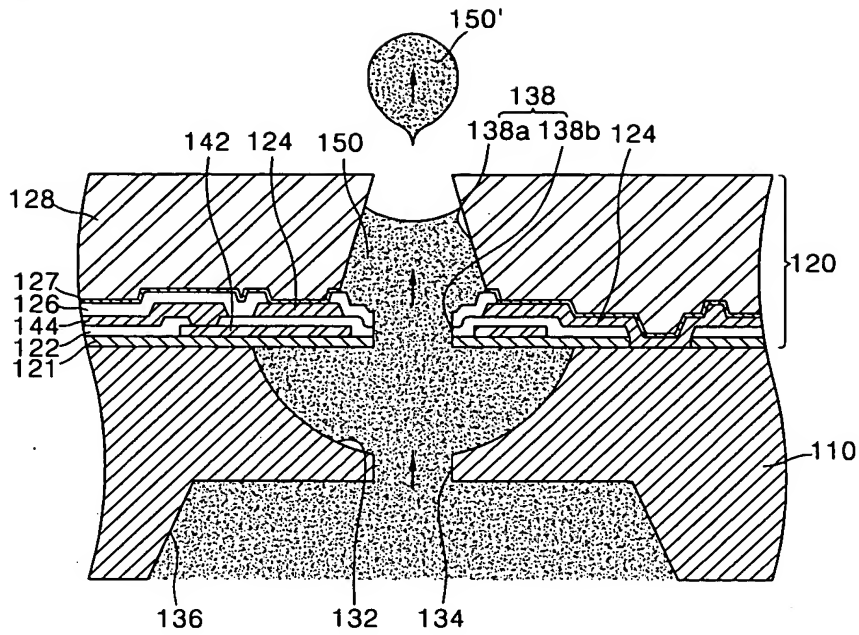
【도 6a】



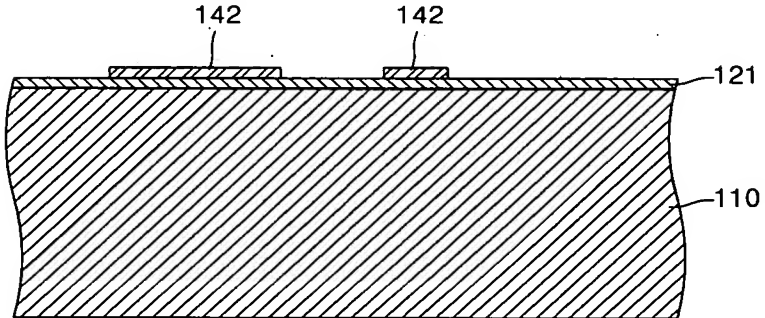
【도 6b】



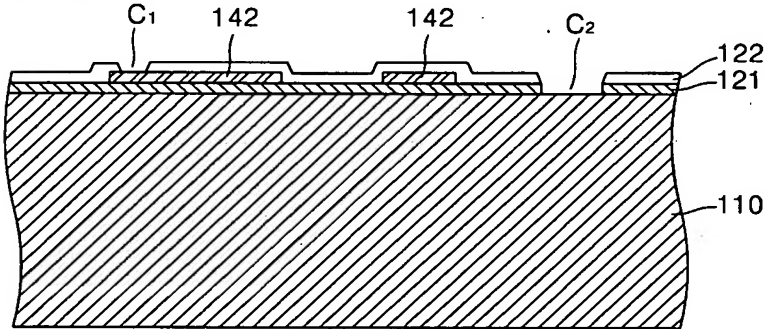
【도 6c】



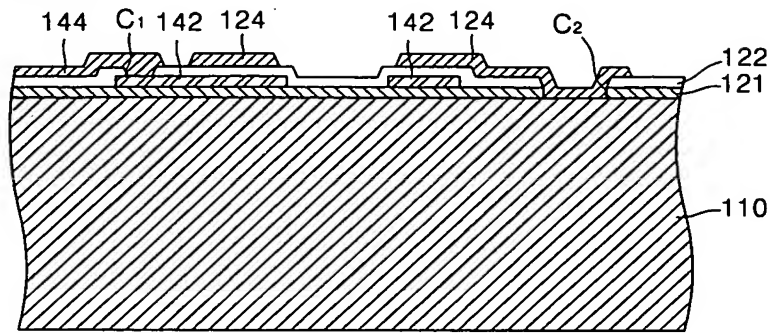
【도 7】



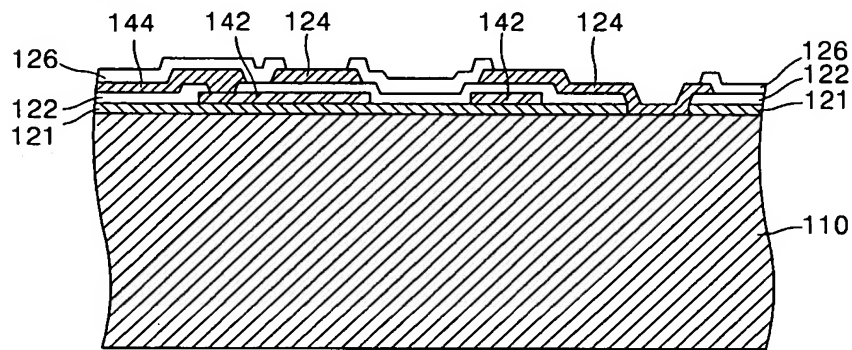
【도 8】



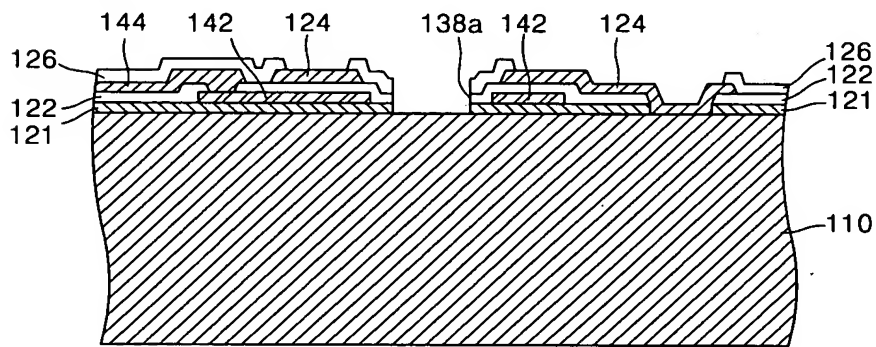
【도 9】



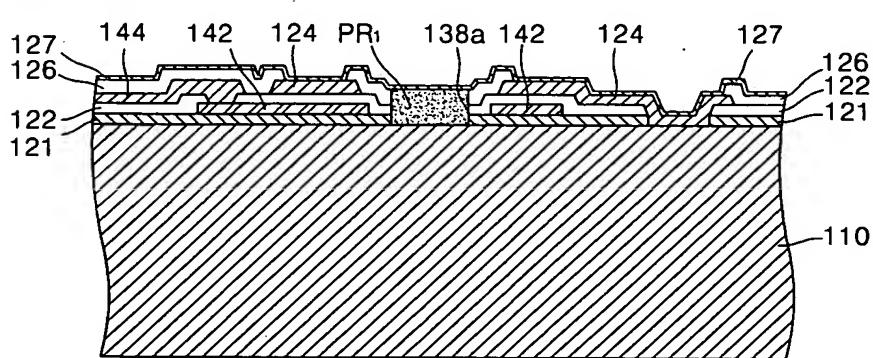
【도 10】



【도 11】

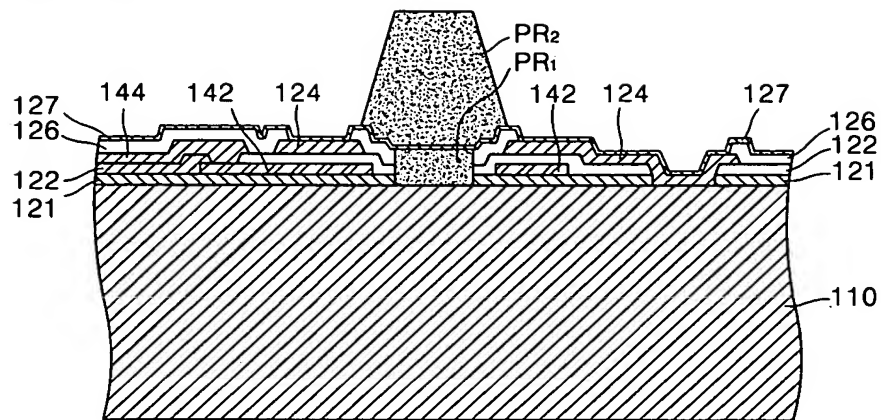


【도 12】

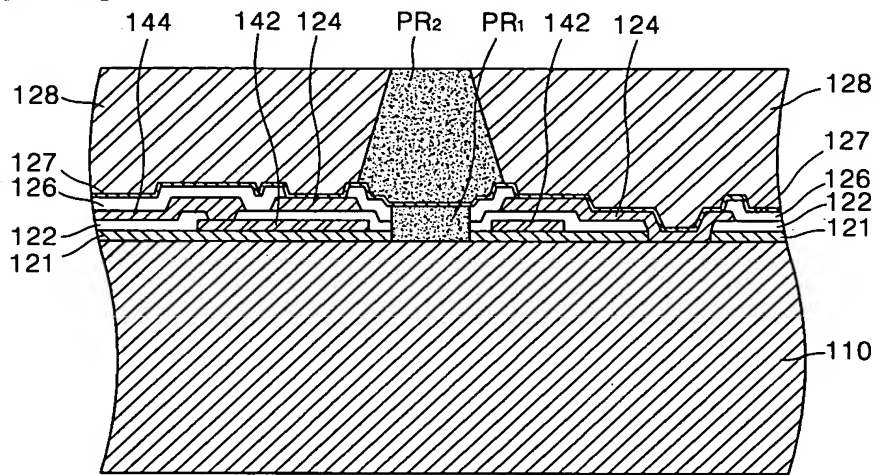




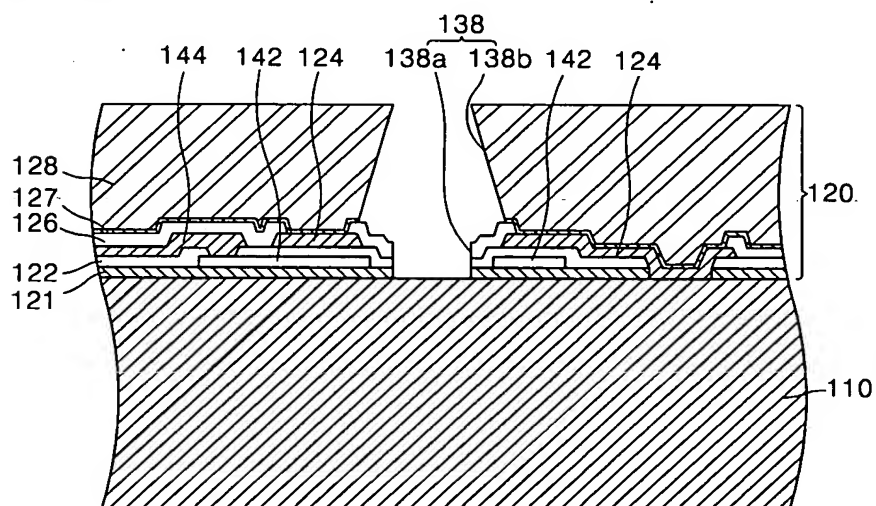
【도 13】



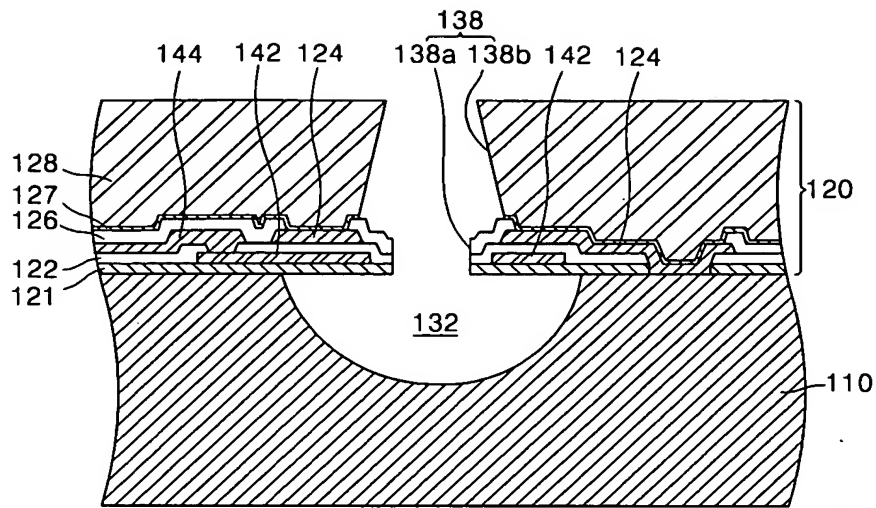
【도 14】



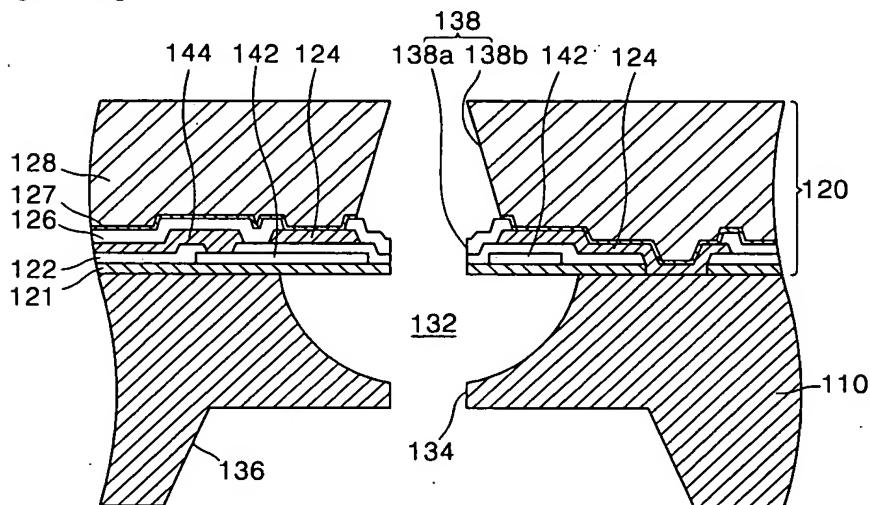
【도 15】



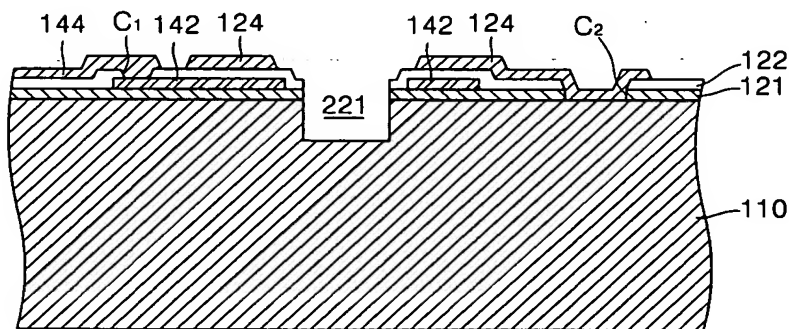
【도 16】



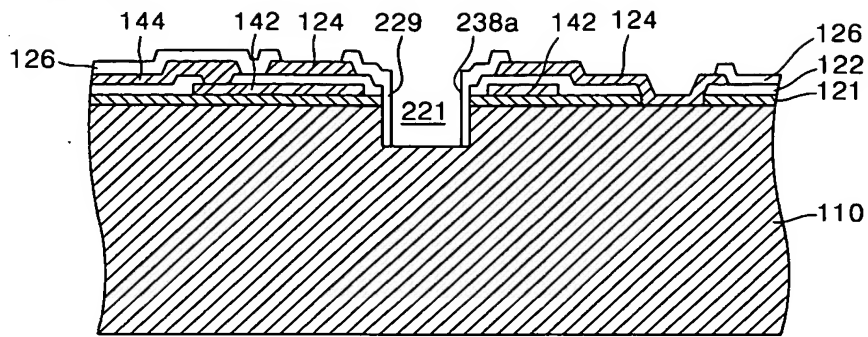
【도 17】



【도 18】



【도 19】



【도 20】

